

心拍数変動からみた 女子大学生の身体活動

——正課体育時の硬式テニスについて——

横 沢 喜久子
鳥 越 成 代

I 緒 言

学生の日常生活時間は睡眠・食事・身のまわり整理等の生活必需時間と学業・交際・娯楽・教養等の固有生活時間に大別できる。他方、身体活動の面からこれを類別すると生活上の必要身体活動時間と意図的身体活動時間になる。昭和50年度NHK国民生活時間調査⁽¹⁹⁾によれば平日の日本人学生生活時間に占める意図的身体活動時間は顕著に少なく、スポーツ活動8分間、行楽・散歩18分間は一日の身体活動可動時間14時間（生活必需時間約10時間）のわずか3%に過ぎない。昭和50年度実施の本学学生を対象とした健康調査⁽²³⁾によれば大学運動部又は各種運動クラブに所属し定期的に身体活動をしている者は11%とわずかであり、日常生活において意図的身体活動を実施している者は少なく、前述のNHKの調査の結果と類似している。これらの結果を考え合わせて判断すると日本人女子学生の意図的身体活動が日常生活に占める割合は非常に少ないと予想される。ヒトの生存性が内部環境と外部環境のバランスにより保たれていることからすれば、外部刺激である日常生活が内部環境を整える上で重要であることは間違いない。この内、健康、体力が望ましく維持されるには日常的な身体活動の意味は大きい。とりわけ、積極的健康の基本的土台となる持久性能力は適度な刺激によって保たれる。しかし、前述のような女子学生の生活時間の内容からすればこの適度な刺激が生体に課せられ

ているかは疑わしい。この意味で日常生活の生体への刺激度合を何らの方法で明らかにしていくことは重要である。これまで生活時間における運動強度は $R \cdot M \cdot R$ からエネルギー量 (cal) に換算する方法, あるいは安静時エネルギー代謝量を基準におく Mets 等によって表現されてきた。しかし, 1964年に P. O. Åstrand⁽³⁾ が心拍数と $\% \dot{V}O_{2\max}$, 心拍出量の関係を明らかにしてから心拍数により運動強度を知ることが可能とされ, 日本人については1971年に猪飼⁽¹⁰⁾もこれを追試している。心拍数測定は telemeter により簡便となり, 複雑な激しい動きを伴う運動も測定を可能にし, 現場では最も測定しやすい。しかし, 心拍数は精神的要因⁽¹⁷⁾, 気温・湿度のような環境要因⁽¹⁶⁾, 運動負荷⁽²⁾⁽⁶⁾⁽¹⁸⁾⁽²⁰⁾, 時間, 被検者の性, 年齢による最大心拍数の相違⁽⁴⁾, その運動に参加する筋群⁽²¹⁾の差違によって変動しやすい。これらのことを十分に配慮すれば信頼性の高いものとして運動強度を知ることができるとされている⁽¹⁵⁾。最近では心拍数を指標とした運動強度の測定が一般化しつつある⁽⁹⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽²²⁾。本研究は女子学生を対象とし, 生活時間における身体活動の量と強さの実態を調べようとする研究の一環として行なわれたものである。今回は大学における正課体育時について調べた。

II 研究対象及び方法

1. 被検者 被検者は本学において正課体育時の硬式テニスを選択した20—21才の健康な女子6名である。これらの学生は現在, 定期的に週2回テニスを実施しており, いずれも硬式テニスの基本的技術を修得し, 技術的にはクラスで上の部に属する者である。

2. $\dot{V}O_{2\max}$ (最大酸素摂取量) と $\% \dot{V}O_{2\max}$ の決定 $\dot{V}O_{2\max}$ の測定は傾斜5°の treadmill の速度漸増法で行なった。被検者は気温 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ の部屋で電極等を装置した後, 気温 25°C , 相対湿度60%に調節された人工気候室に入室した。始め2分間の warming up を行ない, 3分間休息した後, 4分～9分間で運動持続不能になるように速度を設定した。負荷の与え方は start 時の速度を $100 \sim 120 \text{ m/min.}$ とし, はじめ3分間行ない, その後2分

間毎に20 m/min. の速度を漸増した。心拍数と $\% \dot{V}O_2\max$ の関係尺度を決定する方法は次のように実施した。あらかじめ電極等を装着した被検者は気温20°C, 相対湿度60%に調節された人工気候室に入室し, 5分間立位安静にさせた。運動は5分間の一定負荷 (steady work), 10~15分間の休息, 再び5分間の一定負荷作業を繰り返した。負荷の与え方は傾斜 0°・速度80 m/min. から始まり, 傾斜 5°・速度140m/min. まで5段階に傾斜と速度を合わせて増強していく方法を採用した。負荷は各一定負荷作業毎に漸増された。測定項目は心拍数 (HR: beats/min.), 呼吸数 (R・R: cycle/min.), 換気量 (\dot{V}_E : l/min.) と酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$: l/min., $\dot{V}O_2/\text{wt}$: ml/kg/min.) である。心拍数の測定は胸部誘導心電図法で算出し, 呼吸数はサーミスター法でとらえ, いずれもペン書きオシログラフに記録した。心拍数の分時値換算は6秒の尺度を10倍し, 呼吸数は15秒を4倍した。呼気の採気はダグラスバッグ法で行ない, ショランダー微量ガス分析器で測定した。換気量は標準レスピロメーターで校正された乾式ガスメーターにより計量された。

3. 授業プログラムと心拍数変動の連続記録法 運動中の心拍数は三栄測器製の心電図 telemeter を改良したものを用いて連続記録した。心拍数は胸部双極誘導で30秒毎に15秒間計り, 1分間値に換算した。又, 心拍数の計測中, 同時に運動内容を記録した。1コート10~12名, 1クラスは45名であり, 硬式テニス年間授業数12コマ前後 (1コマ90分授業) のうち第2~3週目の curriculum を測定した。測定日は昭和50年5月22日~6月24日, 環境条件は気温21~28°C, 湿度63~85%であった。

III 結 果

表1は各被検者の年齢, 身長, 体重及び最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) を示したものである。年齢は20~21才, 体重は46.8~62.8 kg, 平均で54.2 kg, 身長は152.9~166.8 cm, 平均157.3 cm であり, 形態的に多少の差が認められた。最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) は体重当り37.1~50.2 ml/kg/min. で被検者間に能力差が認められる。

表1 各被検者の年齢, 身長, 体重及び最大酸素摂取量

Subject	Age years	Height cm	Weight kg	Max $\dot{V}O_2$ Uptakes				
				H. R. beats/ min	R. R. cycle/ min	\dot{V}_E l/min	$\dot{V}O_2$ l/min	$\dot{V}O_2/Wt$ ml/kg/ min
H. Y.	20	166.8	62.8	191	54.0	74.3	2.30	37.1
M. Y.	20	155.1	57.6	191	56.0	82.6	2.16	37.4
H. M.	20	156.1	58.8	194	54.0	63.6	2.16	36.8
Y. O.	20	152.8	46.8	199	57.0	73.3	2.39	50.2
S. I.	21	152.9	48.4	204	51.0	59.4	1.97	40.6
K. O.	20	160.3	50.9	191	58.0	64.2	2.07	40.7

① 心拍数と $\% \dot{V}O_{2max}$ の関係尺度

表2は心拍数と $\% \dot{V}O_{2max}$ の関係尺度を決定するために各被検者が荷せ

表2 5段階の一定負荷作業時における心拍数及び $\% \dot{V}O_{2max}$

Subject	Slope 0° 80m/min		Slope 0° 120m/min		Slope 3° 120m/min		Slope 5° 120m/min		Slope 5° 140m/min	
	H. R. beats/ min	$\% \dot{V}O_2$ max %	H. R. beats/ min	$\% \dot{V}O_2$ max %	H. R. beats/ min	$\% \dot{V}O_2$ max %	H. R. beats/ min	$\% \dot{V}O_2$ max %	H. R. beats/ min	$\% \dot{V}O_2$ max %
H. Y.	119	46.1	172	73.3	184	79.9			192	94.5
M. Y.	137	55.7	158	71.3	165	78.2			193	96.6
H. M.	143	51.3	173	79.6	186	95.3				
Y. O.	113	42.0	140	54.0	160	64.2			188	89.4
S. I.	142	50.6	174	74.0	188	87.1				
K. O.	117	40.0	153	54.0	180	88.5	186	97.2		

られた5段階の一定負荷及びその時の運動強度を心拍数と $\% \dot{V}O_{2max}$ で示している。酸素摂取量($\dot{V}O_2$ Uptake), 心拍数及び $\% \dot{V}O_{2max}$ の変動の一例(Sub. H. Y.)を示したのが図1である。心拍数水準の決定は3~4分, 4~5分の平均値とし, 酸素摂取量は4~5分の測定値を採用し, 最大酸素摂取量(Max $\dot{V}O_2$)に対する相対負荷($\% \dot{V}O_{2max}$)を算出した。各被検者の心拍数と $\% \dot{V}O_{2max}$ の関係を示したのが図2である。いずれも1%水準で高い有意関係が認められた。さらに6名の被検者の値をもとに作成した関係尺度が図3である。太い実線が回帰直線であり, 破線は95%の信頼区間を

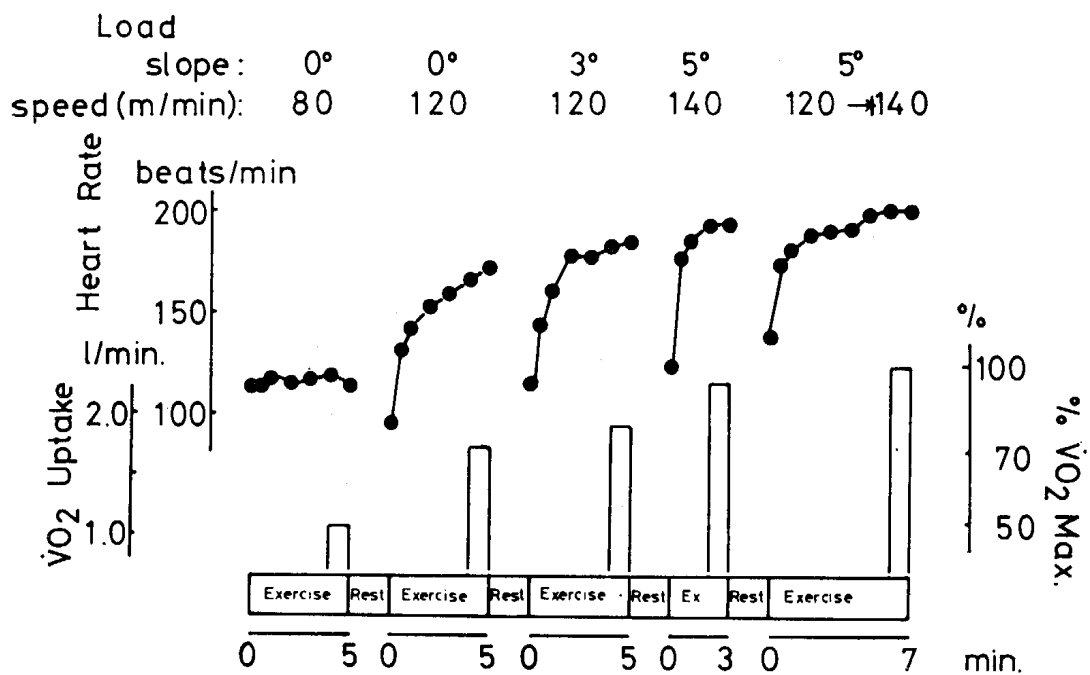


図1 5段階の一定負荷作業時における酸素摂取量，心拍数及び
% $\dot{V}O_2$ max の変動 (Sub: H. Y)

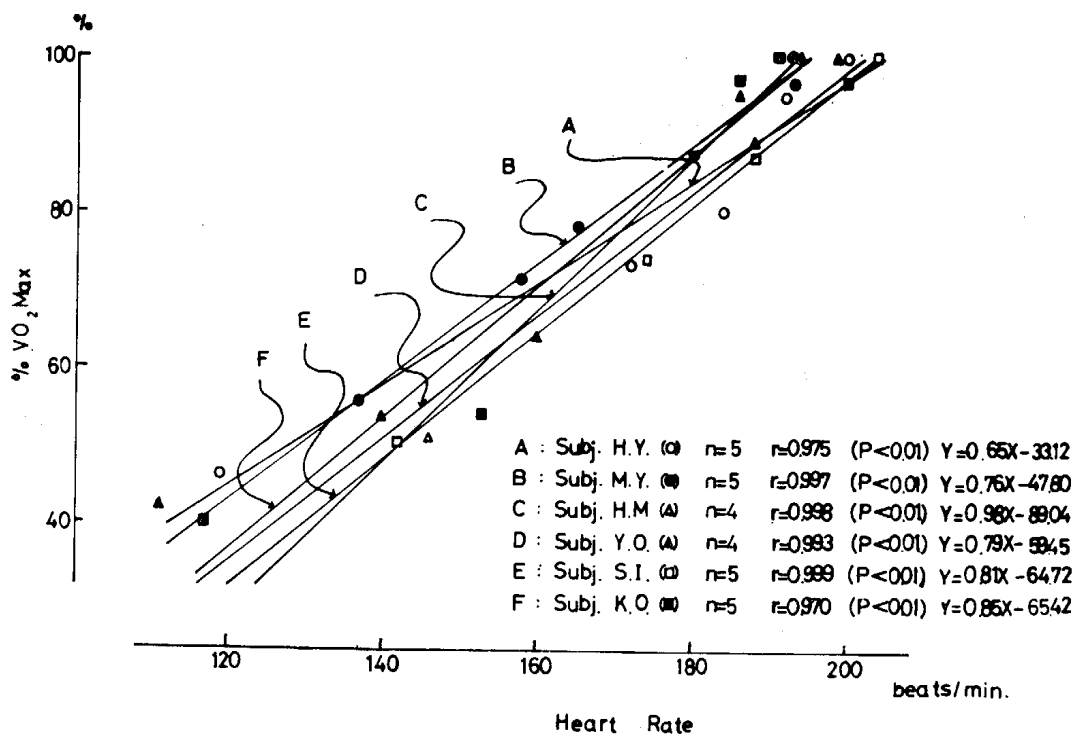


図2 各被検者の心拍数と % $\dot{V}O_2$ max の関係

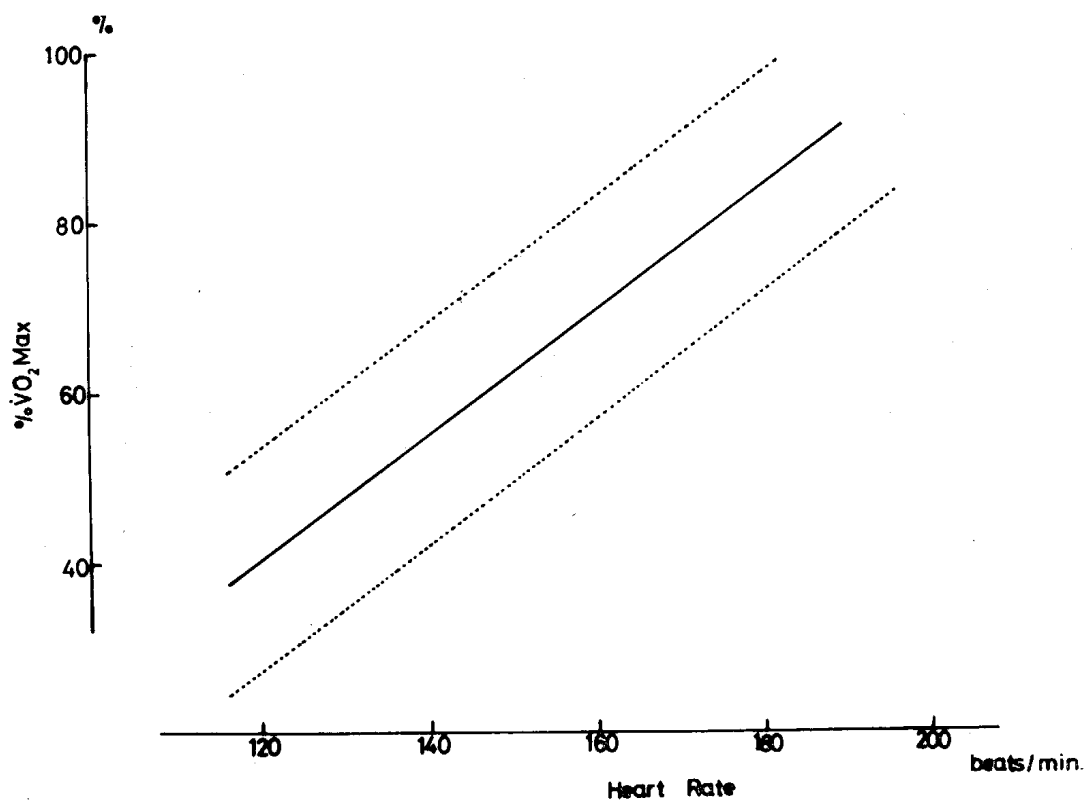


図3 6名の被検者をもとに作成した心拍数と $\% \dot{V}O_2 \text{max}$ の関係：
実線は回帰直線であり，破線は95%の信頼区間である

示したものである。この回帰式は $Y = 0.741X - 48.40$ である。

② 授業中の心拍数変動 測定中の授業内容を図4に示した。授業時間中の

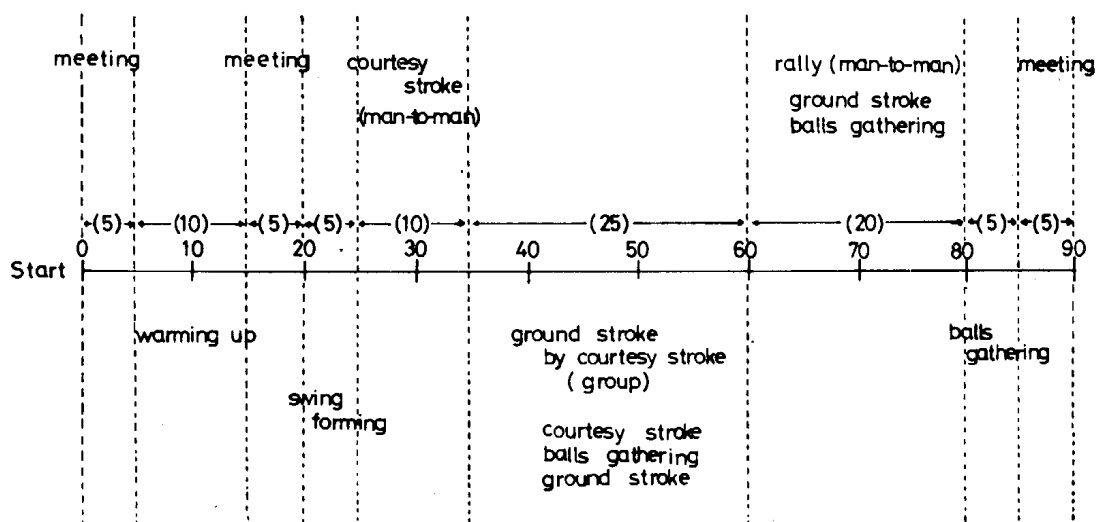


図4 測定中の授業内容

心拍数逐時変動を示したのが図5，図6，図7，図8，図9である。授業内容がほぼ等しく運動の動作内容もほぼ同じでありながら，被検者間に心拍数水準の差を認めた。

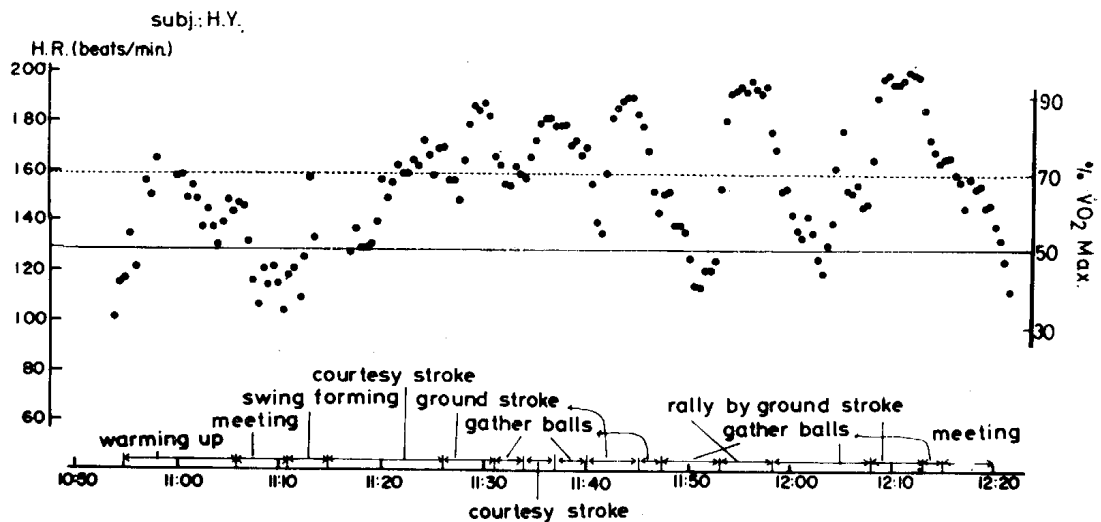


図5 授業中の心拍数変化 (Sub : H. Y)

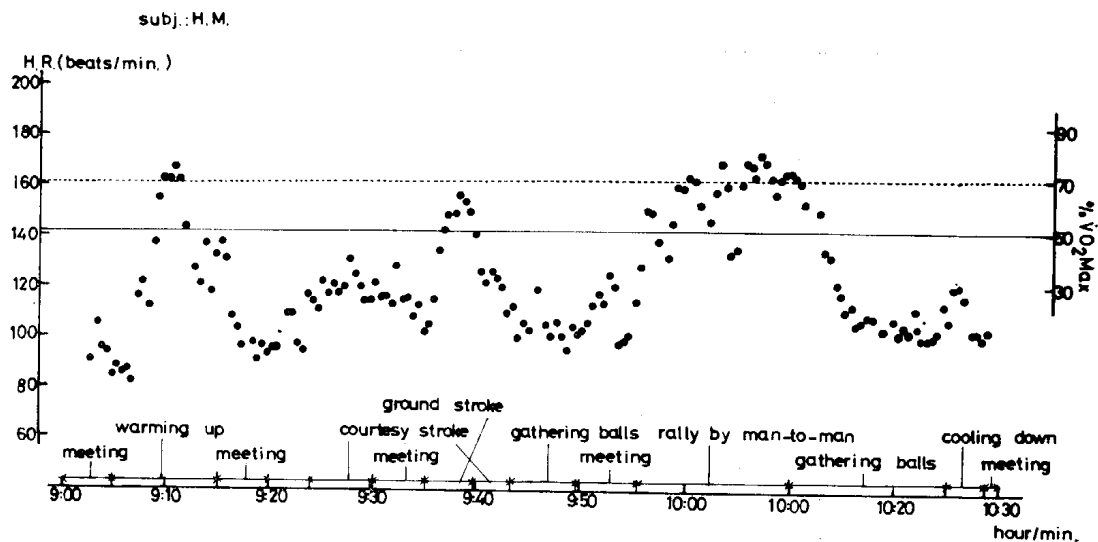


図6 授業中の心拍数変化 (Sub : H. M)

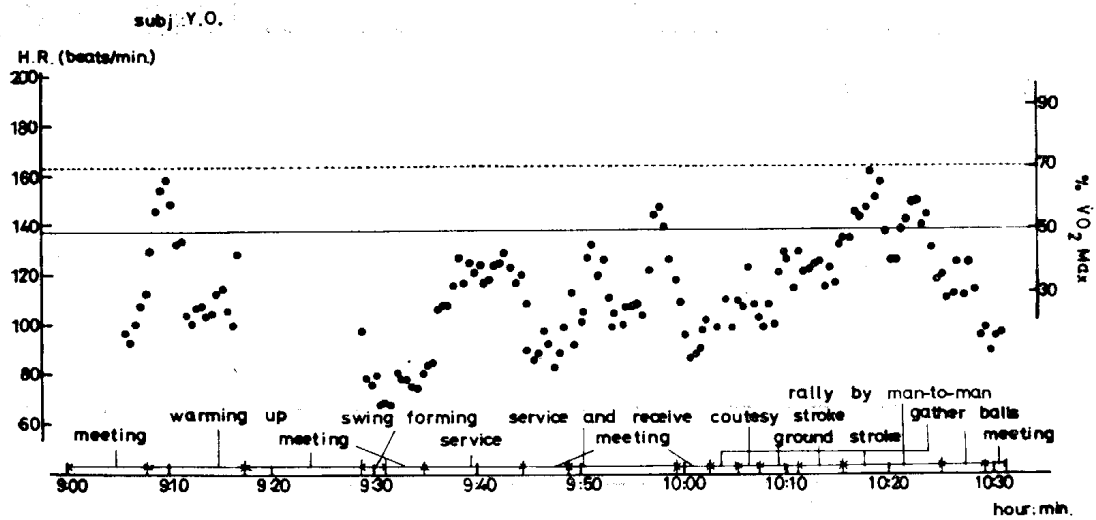


図7 授業中の心拍数変化 (Sub: Y.O)

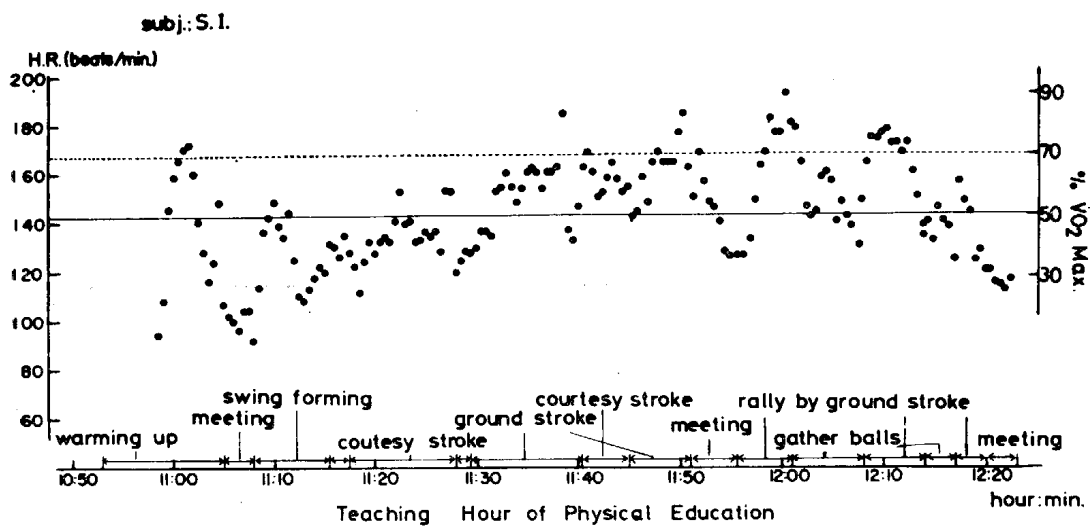


図8 授業中の心拍数変化 (Sub: S.I)

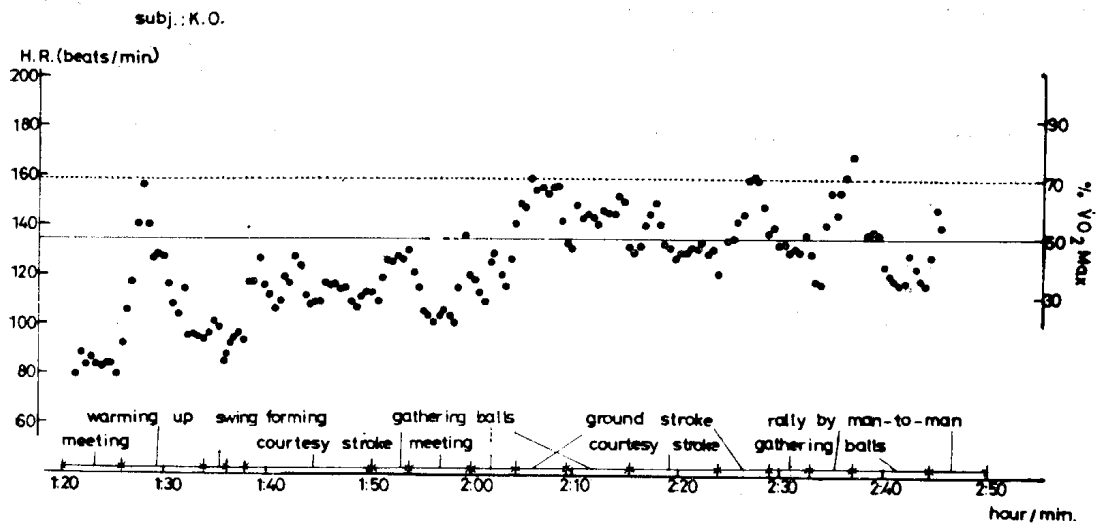


図 9 授業中の心拍数変化 (Sub: K.O.)

表 3 は各被検者の運動動作内容別の心拍数である授業開始時ではいずれの被検者も 100 beats/min. 以下であり, Sub. H. Y. はやや高い傾向にある。warming up では Sub. H. Y. は 135—160 beats/min., 他の 4 名は 110—160 beats/min. であり, 3 分間 running では全員 160 beats/min. 以上の値を示した。4 人 1 組で交代しながら行なう courtesy-stroke による一球一打の stroke 練習では Sub. H. Y. は 160—185 beats/min., Sub. H. M., Sub. S. I., Sub. K. O. は 120 前後—155 beats/min. であり, Sub. Y. O. は低く 105—130 beats/min. の水準であった。man-to-man による打ち合い (rally) ではどの被検者も約 160 beats/min. の高い値を示し, Sub. H. Y.

表 3 各被検者の運動動作内容別心拍数 (beats/min)

	Start	Warm-ing up	Group exercise	Rally	Balls gather-ing	Cooling down	Mean
Sub. H. Y.	100	135—160	160—185	195	125	110	155
Sub. H. M.	85	110—160	110—150	160	115	100	122
Sub. Y. O.	95	105—160	105—130	150	115	90	112
Sub. S. I.	95	110—170	135—160	175	120	110	146
Sub. K. O.	85	110—160	130—155	160	130		124

は最も高く 195 beats/min., Sub. Y. O. は最も低く 150 beats/min. であった。打ち合いの間のボール拾いはどの被検者も約100 beats/min. であった。授業時間中全体の各被検者の平均心拍数は 124—155 beats/min. であり, Sub. H. Y. が最も高く, Sub. Y. O. が最も低かった。5名の平均心拍数は 132 beats/min. であった。5名の平均から授業時間中の動作内容の強度及び所要時間を図10に示した。man-to-man の rally が最も高く152 beats/min. で $64\% \dot{V}O_2\max$, 次いで group で一球一打の stroke 練習, ボール

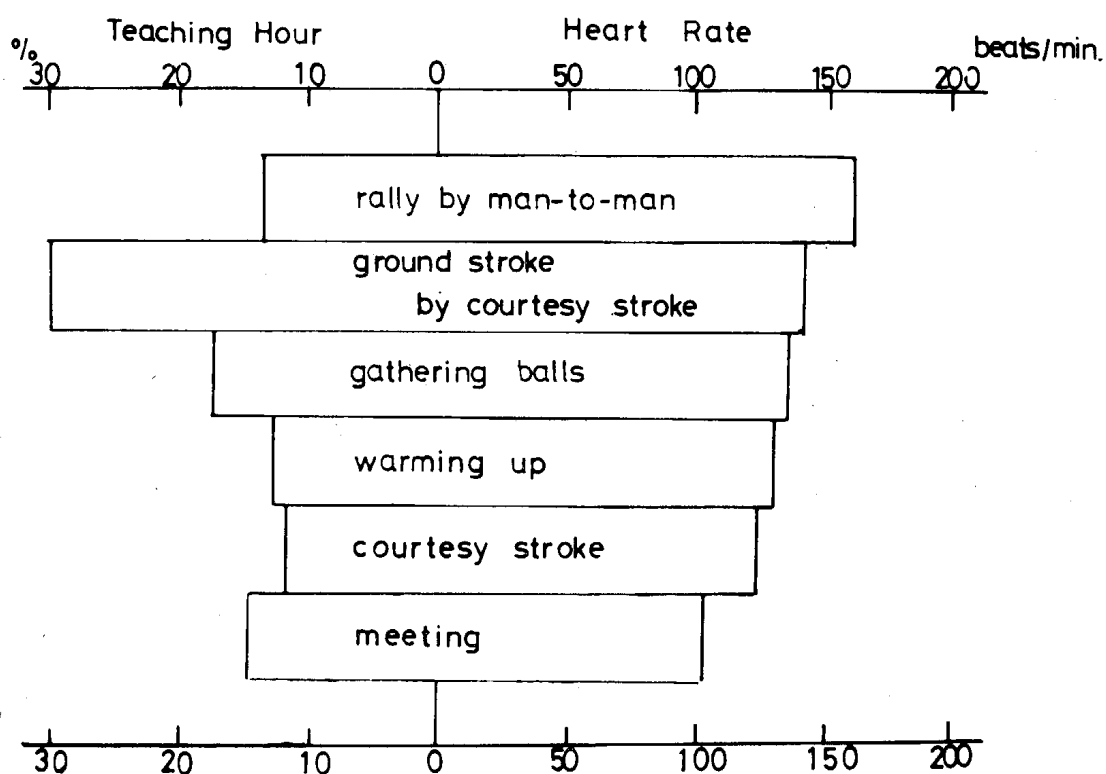


図10 授業時間中の動作内容の強度及び所要時間

集め, warming-up, courtesy stroke, meeting の順であり, 体の移動を多くする動作ほど高い強度となっている。次に作成した心拍数を $\% \dot{V}O_2\max$ の関係尺度を用いて心拍数より運動強度を $\% \dot{V}O_2\max$ に換算し, 授業時間中の運動強度別所要時間を個人値と平均値で表4に示し, 最高値 (Sub. H. Y.), 最低値 (Sub. Y. O.) 及び平均値を図11に示した。

最も心拍数水準の高い Sub. H. Y. の場合は160 beats/min. 以上, 即ち $70\% \dot{V}O_2\max$ 以上の強度の運動時間が34分間を占め, 160—130 beats/min.

表4 授業時間中の運動強度別 ($\% \dot{V}O_{2\max}$) 所要時間

$\% \dot{V}O_{2\max}$ Teaching Hour Subject		$\sim 71\% \dot{V}O_{2\max}$		70~51% $\dot{V}O_{2\max}$		50% $\dot{V}O_{2\max} \sim$		Mean Physical Load ($\% \dot{V}O_{2\max}$)
		minutes	%	minutes	%	minutes	%	
H.	Y.	34	41	36	43	13	16	67
H.	M.	6	7	15	17	66	76	31
Y.	O.	0	0	8	11	66	89	30
S.	I.	12	14	31	36	43	50	53
K.	O.	1	1	23	27	60	71	40
Mean		11	13	23	27	50	60	45

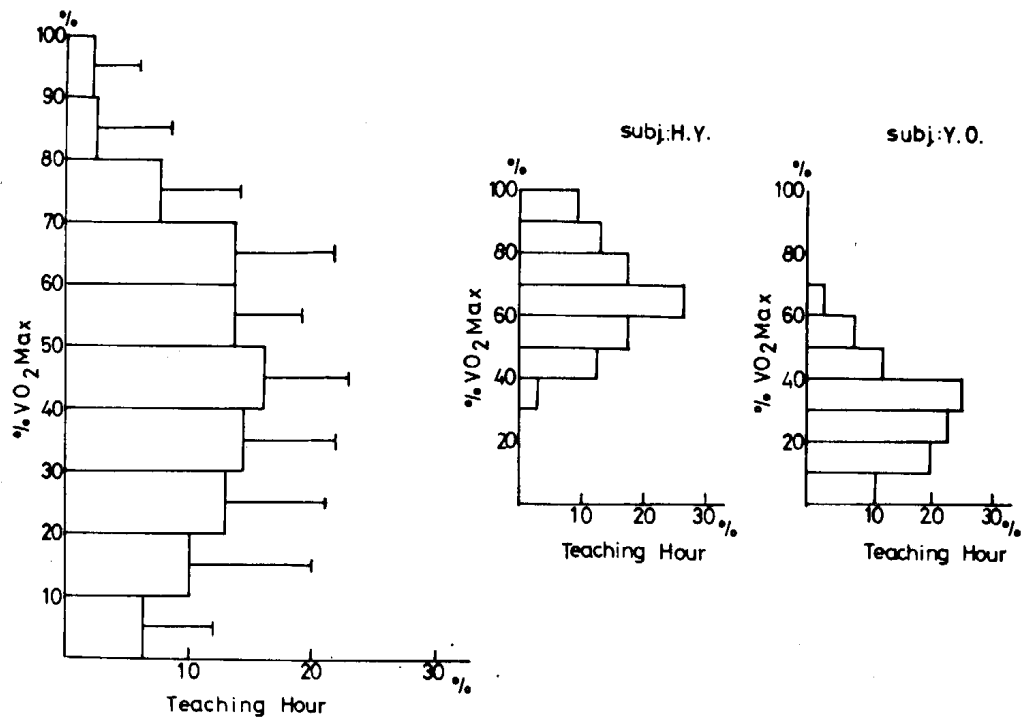


図11 授業時間中の運動強度別 ($\% \dot{V}O_{2\max}$) 平均所要時間，最高値 (Sub: H.Y.) 及び最低値 (Sub: Y.O.)

で70—50% $\dot{V}O_{2\max}$ の強度で36分間であり，総授業時間のほぼ全般を通して最大有酸素能力の50%以上の負荷が課せられていることになる。Sub. H.Y. に対し，Sub. Y.O. は全く異なった結果を示した。Sub. Y.O. の場合，70% $\dot{V}O_{2\max}$ 即ち心拍数水準が約 165 beats/min. の運動強度の時は全くな

く、160—145 beats/min で70—50% $\dot{V}O_2\text{max}$ の強度で8分間、ほとんどの時間中は130—100 beats/min, 30% $\dot{V}O_2\text{max}$ 前後の強度を運動内容にそって波状変動していた。他の被検者はこれらの被検者の中間に位置する負荷量となり、50% $\dot{V}O_2\text{max}$ 以上の強度では Sub. H. M. は21分間、Sub. S. I. は43分間、Sub. K. O. は24分間であった。平均運動強度を個人別にみると30—67% $\dot{V}O_2\text{max}$ であり、Sub. Y. O. が最も低く、Sub. H. Y. が最も高かった。

IV 考 察

心拍数は精神的要因、環境条件、作業時間、作業に参加する筋群の相違、対象とする被検者の性及び年齢による最大心拍数の相違などの条件をできるだけ一定にすれば運動の強さに比例して変動する。それは運動強度や作業強度を知るための最良の指標として用いられている酸素摂取量と次のような関係があるからである。

酸素摂取量＝一回拍出量×心拍数×動静脈酸素較差

一回拍出量は40—50% $\dot{V}O_2\text{max}$ まではほぼ直線的に増加するがそれ以上の強度ではほぼ一定となる。これに対し心拍数は酸素摂取量に比例してほぼ直線的に増加すると報告されており、心拍数は運動強度を示す指標となる。他方、心拍数の変動及び水準に個人差が認められることによく知られているところであり、又、最大酸素摂取能力も著明な個人差がある。P. O. Astrand⁽⁴⁾の報告によれば、86名の男女体育学科学生のうちで $\dot{V}O_2$ （酸素摂取量）2.0 l/min に対応する心拍数は120—190 beats/min. の者までいる。これ故、心拍数値から画一的に運動強度を決定することは個々に対し正確に測れない難点がある。しかし、最大酸素摂取量をその人の最大有酸素的作業能の指標とする場合、その% $\dot{V}O_2\text{max}$ と心拍数の関係が密接であれば、ある変動範囲を持った尺度を作成することにより心拍数から運動強度を知ることは十分に可能とされている。⁽³⁾⁽¹⁰⁾このような考えに立ち、外的及び内的環境の影響を出来るだけ取り除いた条件を設定し、treadmill 上の running により心拍数と

$\% \dot{V}O_2\max$ の関係尺度を作成した。一方、 $\% \dot{V}O_2\max$ の関係が運動する時の姿勢⁽²⁴⁾やその運動に参加する筋群⁽²¹⁾の差違によっても変化するという報告がある。福永によれば「自転車エルゴーターを用いて、①腕②脚③腕+脚および④走運動について比較すると③腕+脚と④走運動では心拍数と酸素摂取量は直線的比例関係がみられるが、①脚や②腕のみの運動ではその関係が曲線的になり、同一の酸素摂取量に対する心拍数は腕運動が最も高くなっている」と報告⁽⁸⁾している。また、Stenberg らも1967年に同一負荷作業では腕作業の方が脚作業より心拍数が高いが腕と脚を統合した作業では脚作業との差は認められないと報告⁽²¹⁾している。これらのことから考え合わせて今回選定した硬式テニスという運動形態は走及び体重を移動して腕を振るという作業によって構成されているので、treadmill 走とほぼ同様にとり扱われ、心拍数と酸素摂取量に直線関係がみられる運動と考えられる。そこで treadmill をもつ人工気候室内にグラウンドの気温、湿度条件とほぼ等しい条件を設定し、被検者を一定時間安静した後に運動を行わせた。このようにして treadmill 走から求めた心拍数と $\% \dot{V}O_2\max$ の関係を用いて運動強度尺度を個々に作成した。本研究では大学正課体育時における硬式テニスを取りあげ、その心拍数連続記録から被検者個々の尺度を用いてその運動強度を分析した。もちろん、心拍数の変動はかならずしも一定水準を保持してなされるものでなく瞬時的変化も含まれ得る。従ってそれらを画一的に同一尺度で当てはめ、運動強度を推定することは多くの誤りをするであろう。しかし、一定の範囲つまりある相対負荷の平均的数値はこの誤りを相殺する形で把握できる。これ故、被検者全体の値から $\% \dot{V}O_2\max$ に対する心拍数のある信頼区間を統計的に類推している。これらのことを考慮しての分析でありかなり大まかなものであるが十分利用でき得るものであると考えられる。硬式テニスの授業中の平均心拍数は131.7 beats/min, 49.2% $\dot{V}O_2\max$ の運動強度であった。広田らの報告によれば「硬式テニスの授業中の男子学生で平均心拍数131 beats/min., うち21分間のゲーム中の平均心拍数は143 beats/min. である。又、ゲーム中の心拍数変動はゲームの質や内容によっても異なるが測定の手

ボール、サッカー、バスケットボール、テニス、バレーボール、野球、バドミントンのどの種目をみても10—30 beats/min 位平均心拍数が高い」とある。⁽⁹⁾又、伊藤らは中高年者のゲーム中の平均心拍数を 120—150 beats/min と報告している。⁽¹³⁾本測定の結果、70% $\dot{V}O_2\text{max}$ 以上の強度は5名平均で10分間、総時間の12%であった。また、ある程度 training 効果がみられる下限とされている50% $\dot{V}O_2\text{max}$ 以上の強度は約33分間、総時間の40%であった。training 有効刺激が平均で33分間占めることはこの授業全体が学生にとってかなりの運動刺激となっていると考えられる。しかし、Sub. Y. O. にとり大半の時間(66分間)が強度50% $\dot{V}O_2\text{max}$ 以下であり、Sub. H. Y. にとっては大半(70分間)が50% $\dot{V}O_2\text{max}$ 以上であり、一人一人の学生からすれば画一的な授業内容が与える生体への負荷が異なり過ぎる点は注目しなければならない。本測定の被検者は体力水準に高く技術的には経験者のみである。伊藤らは「テニス練習中の心拍数は初心者の方が経験者より高い傾向にあり、同じ練習を同じ時間だけ実施しても初心者は経験者の値に比較すると10—20%程高い心拍数を示したと報告している。⁽¹³⁾

女子学生全体ではもっと体力の低い者、技術の未熟な者の生体への負荷がより大きく差が出ると予想される。今回の測定からこのような個体差が著明に示された原因を大別すると①授業に参加する本人及び組むメンバーの姿勢の問題 ②組むメンバーの体力及び技術力 ③本人の体力及び技術力の差を考えることができる。①には観察により問題はみられず、又、②についてはここではほぼ同条件と考えられる。最も影響の大きいと考えられる③について考察する。技術的な問題はほぼ等しい条件のもとに被検者を選定し、彼らが十分についていける授業内容を選定していることからほぼ同条件と考え得る。とすると基本的体力差ということになる。石河は「歩・走・泳等のからだの移動を伴う全身作業能力は体重1kg に対しての $\dot{V}O_2\text{max}$ (ml/kg /min) の大小が最も良い指標となる」⁽¹¹⁾と報告している。そこで本測定における被検者の体重1kg 当りの $\dot{V}O_2\text{max}$ をみると最高は Sub. Y. O. の50.2 ml/min, 最低は Sub. H. Y. の37.1 ml/min である。有酸素的作業能力

に著明な差が認められ、同一の運動刺激を与えられた時、Sub. Y. O. にとっては軽負荷となり Sub. H. Y. には過負荷となった。このことは生体の基本能力が異なることにより運動に対応して大きく個人差を生じるものと考えうる。

加賀谷らの報告⁽¹⁴⁾によれば日本人主婦の日常作業は多くの場合90 beats/min 前後であり、100 beats/min. を越えることは極めてまれである。これは今回の被検者群の値から作成した尺度を用いれば30% $\dot{V}O_2\max$ 前後である。又、石崎らの報告⁽¹²⁾によれば男子高校生の主なる活動場面の平均心拍数は授業時で60—78 beats/min., 体育の授業で156 beats/min., 運動部の練習で143 beats/min., 自転車通学時150—159 beats/min., そして家庭生活では68—86 beats/min., であった。自転車通学時間を除いて生活必要身体活動時間の強度は30% $\dot{V}O_2\max$ 以下である。前述したように、日本人女子大学生の日常生活は極めて積極的な身体活動は極めて少なく、加賀谷、石崎らの報告から類推すると必要身体活動時間においてもこの刺激が期待できない。積極的健康という点で大学体育は重要な意味を持つ。従ってこの授業を契機として学生個々の生活へ積極的に取り入れるべく指導を進めなくてはならないと考える。

参 考 文 献

- 1) Andersen, K. L : Physiological working capacity. Health and fitness in the world. The Athletic Institute, p. 365—367 1961.
- 2) Åstrand, P. O, Irma Rhyning : A nomogram for calculation of aerobic capacity from pulse rate during submaximal work. J. Appl. Physiol. 7 : 218—221, 1954.
- 3) Åstrand, P. O., T. E. Cuddy, B. Saltin and J. Stenberg : Cardiac output during submaximal and maximal work. J. Appl. Physiol. 19 : 268—274, 1964.
- 4) Åstrand, P. O : Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age, Munksgaard, Copenhagen, 1952.
- 5) 青木純一郎：心拍数—運動強度の指標としての意義と限界，新体育46(8)，42—53，1976.

- 6) Brouha, L. and. Radford, E. P. Jr : The Cardiovascular system in muscular activity. In Johnson, W. R., ed. Science and medicine of exercise and sports. 1st ed. Harper and Brothers, New York, 1960.
- 7) Davies, C. T. M : Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. J. Appl. Physiol. 24(5) : 700—706, 1968.
- 8) 福永哲夫 : いろいろなスポーツ活動の心拍数, 体育の科学27(4) : 234—238, 1977.
- 9) 広田公一, 豊田博, 青山昌二他 : 大学正課体育実技の教育効果に関する研究 (6) 正課体育実技における各種スポーツゲーム実施中の心拍数変動について, 東京大学教養学部体育研究室体育学紀要 7 : 1—6 : 1973.
- 10) 猪飼道夫・山地哲司 : 心拍数からみた運動強度—運動処法の研究資料として— 体育の科学21(9)589—593, 1971.
- 11) 石河利寛 : 最大酸素摂取量—体力の指標としての意義と限界, 新体育 Vol. 46. No. 8, 1976.
- 12) 石崎忠利, 根本勇, 石川栄寿 : 男子高校生の心拍数連続測定—全日制生徒と夜間定時制生徒, 体育の科学27(4)271—277, 1977.
- 13) 伊藤稔, 伊藤一生, 武部吉秀, 八木保, 前田喜代子 : テニスを利用したトレーニングによる中高年者の全身持久性の向上について, 体育科学 4 : 99—104, 1976.
- 14) 加賀谷淳子, 石川芳子 : 主婦の生活時間構造と身体活動の水準, 体育の科学23(12) 796—804, 1973.
- 15) 加賀谷淳子 : 心拍数と作業強度, 体育の科学26(3)203—208, 1976.
- 16) 黒田善雄, 鈴木洋児, 塚越克巳, 雨宮輝也, 伊藤静夫 : 環境準・湿度が持久性運動に及ぼす影響, 昭和48年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 1—46, 財団法人日本体育協会 スポーツ科学委員会.
- 17) McArdle, W. D., G. F. Foglia and A. V. Patti : Telemetered cardiac response to selected running events, J. Appl. Physiol. 23 : 566—570, 1967.
- 18) Miller, W. E. and Elbel, E. R : The effect upon pulse rate of various cadences in the step-up test, Res-Quart. 17 : 263—269, 1946.
- 19) NHK放送世論調査所 : 図説日本人の生活時間 p. 260, 1975.
- 20) Paterson, W. D : Circulatory and respiratory changes in response to muscular exercise in man, J. Physiol., 66, 323—345, 1928.
- 21) StenBerg, Jesper, Åstrand, P. O., Björn Ekblom, Joseph Royce and Bergt Saltin : Hemodynamic response to work with different muscle groups, sitting and supine. J. Appl. Physiol. 22(1) : 61—70, 1967.
- 22) 鈴木洋児, 吉村雅道 : 行動調査の方法としての心拍数連続測定, 体育の科学21(5) 399—402, 1971.

- 23) 東京女子大学体育研究室：健康調査1975.
- 24) Vokac, Z., H. Bell, E. Bautz—Holter and K. Rodahl : Oxygen uptake/heart rate relationship in leg and arm exercise, sitting and standing. J. Appl. Physiol. 39(1) : 54—59, 1975.